

10/534492 #2

Rec'd PCTO 10 MAY 2005

PCT/JP 2004/012735

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

06.09.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 9月11日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-319382
[ST. 10/C]: [JP2003-319382]

出 願 人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

REC'D 29 OCT 2004

WIPO

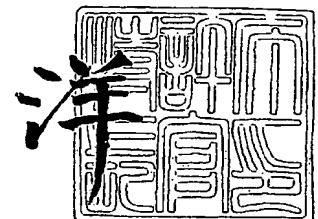
PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年10月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特2004-3092336

【書類名】 特許願
【整理番号】 2161850901
【提出日】 平成15年 9月11日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01G 9/058
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電子部品株式会社内
 【氏名】 前嶋 宏行
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電子部品株式会社内
 【氏名】 石井 聖啓
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電子部品株式会社内
 【氏名】 森分 博紀
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100097445
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 岩橋 文雄
【選任した代理人】
 【識別番号】 100103355
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 坂口 智康
【選任した代理人】
 【識別番号】 100109667
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 内藤 浩樹
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 011305
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

ケースと、このケース内に収納される電解液、正極、負極とを備え、前記電解液は、溶質を溶媒に溶解させたモデルを想定し、次に前記溶質を構成するカチオンとアニオンが会合体を形成し、安定状態にあるときの前記会合体の第 1 エネルギーを算出して第 1 値を求め、その後この会合体が還元されたとき及び酸化されたときの、第 2、第 3 エネルギーを算出して第 2 値、第 3 値を求め、次に第 1 値から第 2 値を減算して第 4 値を求めると共に、第 3 値から第 1 値を減算して第 5 値を求め、次に第 5 値から第 4 値を減算して第 6 値とし、この第 6 値が目標値よりも高い電解液を選択し、次にこの選択された電解液中に前記正極、負極をそれぞれ漬した状態で、正極側および負極側それぞれにおける、正極側耐電圧と負極側耐電圧を測定し、この正極側耐電圧と負極側耐電圧の大きさを加算した値を最大化し、前記電解液の第 6 値を有効に活用できるように、正極および負極の表面積を設定する電気二重層コンデンサの製造方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の正極および負極は、ヤシ殻系またはフェノール樹脂系の活性炭から構成されている電気二重層コンデンサの製造方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の正極および負極は、原材料と賦活方法の少なくとも一方が異なる活性炭から構成されている電気二重層コンデンサの製造方法。

【請求項 4】

原材料と賦活方法の少なくとも一方が異なる活性炭により、正極と負極は異なる表面積が設定されている請求項 3 に記載の電気二重層コンデンサの製造方法。

【請求項 5】

原材料と賦活方法の少なくとも一方が異なる活性炭から複数の活性炭を選択し、前記選択された活性炭の量によって、前記正極と前記負極の表面積を設定する請求項 1 に記載の電気二重層コンデンサの製造方法。

【請求項 6】

活性炭以外の多孔質材料を用いて正極と負極を構成する請求項 1 に記載の電気二重層コンデンサの製造方法。

【請求項 7】

電極体の密度および縦横の長さを一定とし、この電極体の厚みを調整することにより請求項 1 に記載の正極および負極の表面積を設定する電気二重層コンデンサの製造方法。

【請求項 8】

電極体の密度および厚みを一定とし、この電極体の縦横の長さを調整することにより請求項 1 に記載の正極および負極の表面積を設定する電気二重層コンデンサの製造方法。

【請求項 9】

電極体の厚みと縦横の長さを一定とし、この電極体の密度を調整することにより請求項 1 に記載の正極および負極の表面積を設定する電気二重層コンデンサの製造方法。

【請求項 10】

ケースと、このケース内に収納される電解液、正極、負極とを備え、前記電解液は、溶質を溶媒に溶解させたモデルを想定し、次に前記溶質を構成するカチオンとアニオンからなる複数の異なる会合体と、会合体を形成しない単独のカチオンおよび単独のアニオンを形成し、安定状態にあるときの前記複数の異なる会合体と単独のカチオンおよび単独のアニオンそれぞれの第 1 エネルギーを算出して複数の第 1 値を求め、その後前記複数の異なる会合体と単独のカチオンおよび単独のアニオンのそれぞれが還元されたとき及び酸化されたときの、それぞれの第 2、第 3 エネルギーを算出して複数の第 2 値、第 3 値を求め、次に前記複数の異なる会合体と単独のカチオンおよび単独のアニオンをそれぞれの第 1 値から第 2 値を減算して複数の第 4 値を求めると共に、それぞれの第 3 値から第 1 値を減算して複数の第 5 値を求め、その後前記複数の異なる会合体と前記単独のカチオン及び単独のアニオンそれぞれの複数の第 4 値の中から最大の第 4 値を選択すると共に、複数の第 5 値

の中から最小の第5値を選択し、前記最小の第5値から前記最大の第4値を減算して第6値とし、この第6値が目標値よりも高い電解液を選択し、次にこの選択された電解液中に前記正極、負極をそれぞれ漬した状態で、正極側および負極側それぞれにおける、正極側耐電圧と負極側耐電圧を測定し、この正極側耐電圧と負極側耐電圧の大きさを加算した値を最大化し、前記電解液の第6値を有効に活用できるように、正極および負極の表面積を設定する、電気二重層コンデンサの製造方法。

【請求項11】

請求項10に記載の正極および負極は、ヤシ殻系またはフェノール樹脂系の活性炭から構成されている電気二重層コンデンサの製造方法。

【請求項12】

請求項10に記載の正極および負極は、原材料と賦活方法の少なくとも一方が異なる活性炭から構成されている電気二重層コンデンサの製造方法。

【請求項13】

原材料と賦活方法の少なくとも一方が異なる活性炭により、正極と負極は異なる表面積が設定されている請求項12に記載の電気二重層コンデンサの製造方法。

【請求項14】

原材料と賦活方法の少なくとも一方が異なる活性炭から複数の活性炭を選択し、前記選択された活性炭の量によって、前記正極と前記負極の表面積を設定する請求項10に記載の電気二重層コンデンサの製造方法。

【請求項15】

活性炭以外の多孔質材料を用いて正極および負極を構成する請求項10に記載の電気二重層コンデンサの製造方法。

【請求項16】

電極体の密度および縦横の長さを一定とし、この電極体の厚みを調整することにより請求項10に記載の正極および負極の表面積を設定する電気二重層コンデンサの製造方法。

【請求項17】

電極体の密度および厚みを一定とし、この電極体の縦横の長さを調整することにより請求項10に記載の正極および負極の表面積を設定する電気二重層コンデンサの製造方法。

【請求項18】

電極体の厚みと縦横の長さを一定とし、この電極体の密度を調整することにより請求項10に記載の正極および負極の表面積を設定する電気二重層コンデンサの製造方法。

【請求項19】

請求項1～18に記載の電気二重層コンデンサの製造方法を用いて製造された電気二重層コンデンサ。

【書類名】明細書

【発明の名称】電気二重層コンデンサの製造方法およびこの製造方法を用いた電気二重層コンデンサ

【技術分野】

【0001】

本発明は、各種電子機器に用いられる電気二重層コンデンサの製造方法およびこの製造方法を用いた電気二重層コンデンサに関するものである。

【背景技術】

【0002】

電気二重層コンデンサにおいては、その耐電圧が高いものであることが求められる。従来、電解液を合成する場合には、より高い耐電圧が得られるように、想定される数多くの溶質と溶媒を組み合わせて電解液を合成し、この電解液の耐電圧を測定することによって、この電解液が目標とする耐電圧を満たすものであるか否かを評価する。このように試行錯誤を繰り返して合成された電解液を用い、この電解液の耐電圧を有効に活用するために正極と負極の電極量を調整し、電気二重層コンデンサを製造する。

【0003】

なお、この出願の発明に関する先行技術文献情報としては、例えば特許文献1が知られている。

【特許文献1】特許第3405040号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記従来の技術において問題となるのは、電解液の開発に極めて長い時間を要してしまうということである。すなわち、実際に想定される溶質と溶媒は無数に存在し、その中から適宜選択して溶媒を溶質に溶解させて電解液を合成し、その電解液の耐電圧を測定するという試行錯誤を幾度と無く繰り返し、漸くその中から目標とする電解液を抽出することになる。この場合、これまでの経験によれば、目標とする電解液に到達するには極めて長い時間を要し、またこのことが電気二重層コンデンサの開発に極めて長い時間を要する原因となっていた。

【0005】

そこで本発明は、電気二重層コンデンサ、特にその電解液の開発時間を短縮すると共に、できるだけその耐電圧特性を有効に活かすことを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この目的を達成するために本発明は、ケースと、このケース内に収納される電解液、正極、負極とを備え、前記電解液は、溶質を溶媒に溶解させたモデルを想定し、次に前記溶質を構成するカチオンとアニオンが会合体を形成し、安定状態にあるときの前記会合体の第1エネルギーを算出して第1値を求め、その後この会合体が還元されたとき及び酸化されたときの、第2、第3エネルギーを算出して第2値、第3値を求め、次に第1値から第2値を減算して第4値を求めると共に、第3値から第1値を減算して第5値を求め、次に第5値から第4値を減算して第6値とし、この第6値が目標値よりも高い電解液を選択し、次にこの電解液中に前記正極、負極をそれぞれ漬した状態で、正極側および負極側それぞれにおける、正極側耐電圧と負極側耐電圧を測定し、この正極側耐電圧と負極側耐電圧の測定値を加算した値を最大化し、前記電解液の第6値を有効に活用できるように、正極および負極の表面積を設定するものである。

【0007】

すなわち、本発明においては、実際に想定される溶質と溶媒を無作為に選択し、単純に溶質を溶媒中に溶解させて電解液を合成するのではなく、溶質を溶媒中に溶解させたモデルを想定し、このモデルから耐電圧を算出し、算出した値が目標値よりも高い場合のみ、実際にその溶質を溶媒中に溶解させて電解液を合成し、そしてこの電解液中に正極と負極

をそれぞれ漬した状態で、正極側および負極側それぞれにおける、正極側耐電圧と負極側耐電圧を測定し、この正極側耐電圧と負極側耐電圧の測定値を加算した値を最大化し、前記電解液の第6値を有効に活用できるように、正極および負極の表面積を設定するものである。

【0008】

つまり、無作為の溶質と溶媒からなる電解液を合成するのではなく、極めて高い確率で目標とする耐電圧を有すると予測できる電解液のみを合成し、その電解液の耐電圧を最大限有効に活用することできるように、正極および負極の表面積を設定することによって、高耐電圧を有する電気二重層コンデンサの開発に必要な時間を大幅に短縮することができる。

【発明の効果】

【0009】

本発明は、電気二重層コンデンサ用電解液を合成する場合に、シミュレーションによって耐電圧が目標値を超えると予測された電解液のみを実際に合成することによって、電解液開発における試行錯誤を削減し開発時間を大幅に短縮する。また、開発した電解液の耐電圧を最大限引き出すために正極と負極の表面積を調整することで、高耐電圧な電気二重層コンデンサの製造を極めて効率的に行うことが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下本発明の実施形態を図1から図10に従って説明する。

【0011】

(第1の実施形態)

図1から図4は電気二重層コンデンサの一例を示したものである。すなわち、電気二重層コンデンサは、これら図1から図4に示すように、外装ケース1内に素子2が封止ゴム3で封入された状態になっている。素子2は、図3と図4に示すように、帯状の電解紙4の表裏面に帯状の集電体金属5, 6を設けたものを渦巻き状に巻き付けたものであって、集電体金属5, 6の電解紙4側には活性炭7A, 7Bが設けられている。そして、集電体金属5, 6間には外装ケース1内に充填された電解液8が存在している。

【0012】

本実施形態においては、前記電解液8をシミュレーションによって選択し、次にその電解液を実際に合成する。シミュレーションには分子軌道計算を用いることができる。プログラムコードはMOPAC93 (Fujitsu Co., Ltd.) やGAUSSIAN98 (Gaussian Inc.) などの利用が可能である。この手続きを図5以降の図面を用いて説明する。

【0013】

図5は図4をモデル化したものであり、図5に示すように、集電体金属5, 6間には電解液8が存在している。図5の状態は集電体金属5, 6間に電圧が印加されていない状態であるので、電解液8内のカチオン9とアニオン10は分散された状態で存在している。

【0014】

図6は集電体金属5, 6間に電源11を接続した状態を示している。このように集電体金属5に電源11のマイナス極、集電体金属6に電源11のプラス極がそれぞれ接続されると、集電体金属5の内側に設けられた活性炭7Aの表面には、カチオン9が活性炭7A表面のマイナス電荷によって引き付けられた状態となり、逆に集電体金属6の内側に設けられた活性炭7Bの表面には、アニオン10が活性炭7B表面のプラス電荷によって引き付けられた状態となる。

【0015】

このように、集電体金属5, 6の内側に設けられた活性炭7A, 7Bの表面にカチオン9が前記マイナス電荷によって、アニオン10が前記プラス電荷によってそれぞれ引き付けられることにより、この電気二重層コンデンサにエネルギーが蓄積される。カチオン9と前記マイナス電荷との間に、ある一定値 V_R 以上の電位差が印加されると、集電体金属5の内側に設けられた活性炭7Aの表面から電子が電解液8へと移動し、またある一定値

V_0 以上の電位差が印加されると、集電体金属6の内側に設けられた活性炭7Bの表面に電解液8から電子が移動することになる。電気二重層コンデンサにおける耐電圧とは、前記 V_R と前記 V_0 を加算した V_W すなわち電位窓の大きさを意味する。

【0016】

電気二重層コンデンサの耐電圧は電解液8によって大きく左右される。従って、高い耐電圧を確保するためには、電解液8としてどんな化学種を選択するかについて検討しなければならない。そこで第1の実施形態においては、図7に示す手続きによって電解液8を開発することにした。

【0017】

先ず図7のステップ7aにおいて、電解液を選択する。具体的にはこの電解液は図8に示すように、カチオン9とアニオン10と溶媒12によって構成されているものとする。またこの図8は、カチオン9がテトラエチルアンモニウム、アニオン10がテトラフルオロボレート、溶媒12がプロピレンカーボネートである場合を想定して描かれているが、これらは一例であり選択した電解液によって異なる。

【0018】

次に図7のステップ7bにおいて、カチオン9とアニオン10を溶媒12中に溶解させたモデルを想定する。第1の実施形態においては、カチオン9とアニオン10は会合体を形成しているものとし、この会合体が1つのカチオン9と1つのアニオン10からなる二量体を形成しているものとする。この溶質を溶媒中に溶解させたモデルは、一例として、溶媒を分極性連続体として近似してその連続体の内部に溶質を格納することによって想定することができるが、これに限定することはない。

【0019】

次に図7のステップ7cにおいて、カチオン9とアニオン10が会合体を形成し、安定状態にあるときの前記会合体の第1エネルギーをシミュレーションにより算出して第1値を求める。

【0020】

次に図7のステップ7dにおいて、前記会合体が還元されたとき、及び酸化されたとき、第2、第3エネルギーを算出して第2値、第3値を求める。この会合体が還元されたときとは、図6に示した集電体金属5の内側に設けられた活性炭7Aの表面近くに存在する会合体に、前記活性炭7Aから電子を移動した状態を意味し、またこの会合体が酸化されたときとは、図6に示した集電体金属6の内側に設けられた活性炭7Bの表面近くに存在する会合体から前記活性炭7Bに電子を移動した状態を意味する。会合体が還元または酸化され、集合体金属5、6に貯えられたマイナス及びプラスの電荷が電解液8中に移動することによって、電気二重層コンデンサに貯えられたエネルギーが放出されてしまう。また同時に、会合体を形成しているカチオン9とアニオン10はラジカルに近い状態となり、化学反応を起こしやすく電解液8は破壊されやすい状態となる。

【0021】

次に図7のステップ7eにおいて、第1値から第2値を減算して第4値を求めると共に、第3値から第1値を減算して第5値を求める。第4値は集電体金属5側で会合体が還元される際のエネルギーの利得を意味し、第5値は集電体金属6側で会合体が酸化される際のエネルギーの損失を意味する。

【0022】

次に図7のステップ7fにおいて、第5値から第4値を減算して第6値を求める。その第6値が予測される電位窓の大きさ V_W すなわち電気二重層コンデンサの耐電圧である。

【0023】

次に図7のステップ7gにおいて、第6値を目標値として比較して、目標値よりも高い値である場合には、選択したカチオン9とアニオン10と溶媒12からなる電解液が、耐電圧の高い電気二重層コンデンサを製造する場合に適切なものであると判定する。

【0024】

次に図7のステップ7hにおいて、ステップ7aからステップ7gによって特定された

化学種を用いて、カチオン 9 とアニオン 10 を溶媒 12 中に溶解させて実際に電解液を合成する。

【0025】

次に図 7 のステップ 7 i において、合成された電解液の耐電圧を測定し、シミュレーションで予測された耐電圧が、実用上問題の無い誤差範囲で得られていることが確認できた場合、この電解液を電気二重層コンデンサの電解液として活用する。

【0026】

以上の方法で作製した電解液に、例えば活性炭で作製した正極と負極を漬し、電気二重層コンデンサを作製する。この電気二重層コンデンサの電極間に電圧を印加する場合には、正極側と負極側にかかる電圧がそれぞれ酸化電位 V_0 と還元電位 V_R を上回らないようにすることによって、電解液の酸化還元を防ぎ、電気二重層コンデンサの特性劣化を抑制しなければならない。この条件の下で、電極間に印加できる電圧を最大化するために、正極電圧が V_0 のとき負極電圧が V_R となり、電極間電圧が $V_0 + V_R$ になるように、正極と負極の表面積を調整する。以下、その方法の一例を示す。

【0027】

電極に活性炭を用いる場合を考える。負極と正極の表面積はそれぞれの活性炭量に比例する。ここで、図 11 に示すように、負極の活性炭量を S_1 、正極の活性炭量を S_2 とし、図 12 に示すように、負極の静電容量を C_1 、正極の静電容量を C_2 と表す。これら静電容量は活性炭量に比例するだけでなく、電荷蓄積を担う電解液イオンの種類に依存する。いま、カチオン固有の変数 α_1 とアニオンの固有の変数 α_2 を導入し、 $C_1 = \alpha_1 S_1$ 、 $C_2 = \alpha_2 S_2$ と表すものとする。電極間に電圧を印加したとき、負極に V_1 、正極に V_2 の電圧がかかり、負極と正極に蓄積される電荷を共に Q であるとする、 $Q = C_1 V_1$ 、 $Q = C_2 V_2$ であるから、 $V_2 / V_1 = C_1 / C_2 = (\alpha_1 S_1) / (\alpha_2 S_2)$ となる。一般に、 $V_1 + V_2 \leq V_0 + V_R$ であり、この不等式の等号成立時に、電気二重層コンデンサの特性劣化を抑制できる最大電圧を印加したことになる。この時、 $V_1 = V_0$ 、 $V_2 = V_R$ であることから $r \equiv V_R / V_0 = (\alpha_1 S_1) / (\alpha_2 S_2)$ となる。正極と負極の活性炭の総量を一定とし $S_0 = S_1 + S_2$ とすれば、 $S_1 = r / (A + r) S_0$ 、 $S_2 = A / (A + r) S_0$ となる。但し、 $A = \alpha_1 / \alpha_2$ とした。

【0028】

A は、予め負極と正極の電極量が分かっている電気二重層コンデンサの電極間に電圧を印加したとき、負極と正極にかかる電圧を測定することによって特定することができる。以上の方法で、ある電解液と活性炭電極を組み合わせた電気二重層コンデンサに対し、この電気二重層コンデンサの耐電圧を最大化するように、電極量すなわち電極表面積の調整を行うことができる。電極量すなわち電極表面積は、活性炭、導電補助剤、バインダからなる電極体の、密度、厚み、縦横の長さの何れかを変化させることによって調整することができる。また、活性炭の種類の違い、すなわち活性炭を作る炭素材料の種類や賦活方法の違いによって、活性炭の単位重量辺りの利用可能な表面積が異なるため、これら種類の異なる活性炭を負極と正極に用いることによって、電極表面積を調整することができる。また、1 種類以上の異なる活性炭を混合し、正極と負極でその種類と量を変えることによって電極表面積を調整することができる。さらに、活性炭以外のあらゆる多孔質材料を用いて電極を形成し、電極表面積を調整することも可能である。

【0029】

以上のように、本実施形態において最も特徴的なのは、電解液 8 の開発に従来のように無数の試行錯誤を繰り返すことなく、耐電圧の高いものとして予測されるものを前もってシミュレーションで選択し、そしてその選択された数少ない電解液を実際に合成するという手続きをとることによって、電解液 8 の開発時間を大幅に短縮できることである。また、前述のようにカチオン 9 とアニオン 10 を溶媒 12 中に溶解させたモデルを想定することによって、電解液の耐電圧を良い精度で予測できることである。さらに、これらの電解液の耐電圧を最大限引き出すための、電極表面積の調整を行うことによって、高耐電圧の電気二重層コンデンサの製造を効率的に行うことが可能となることである。

【0030】

(第2の実施形態)

第2の実施形態においては、図10に示す手続きによって電解液8を開発することにした。

【0031】

先ず図10のステップ10aにおいて、電解液を選択する。具体的にはこの電解液は図9に示すように、カチオン9とアニオン10と溶媒12によって構成されているものとする。またこの図9は、カチオン9がテトラエチルアンモニウム、アニオン10がテトラフルオロボレート、溶媒12がプロピレンカーボネートである場合を想定して描かれているが、これらは一例であり選択した電解液によって異なる。

【0032】

次に図10のステップ10bにおいて、カチオン9とアニオン10を溶媒12中に溶解させたモデルを想定する。第2の実施形態においては、カチオン9とアニオン10が形成する複数の異なる会合体として、1つのカチオン9と1つのアニオン10からなる二量体Aと、1つのカチオン9と2つのアニオン10からなる三量体Bと、2つのカチオン9と1つのアニオン10からなる三量体Cを想定すると共に、会合体を形成していない単独のカチオン9であるカチオンDと、会合体を形成していない単独のアニオン10であるアニオンEを想定する。ここで、カチオン9とアニオン10の会合体として、二量体Aと三量体Bと三量体C以外にも、存在する可能性のある任意の会合体のモデルを想定しても良い。また逆に、二量体Aと三量体Bと三量体CとカチオンDとアニオンEの中に、存在する可能性が無いものがあればそのモデルを除外しても良い。この溶質を溶媒中に溶解させたモデルは、一例として、溶媒を分極性連続体として近似してその連続体の内部に溶質を格納することによって想定することができるが、これに限定することはない。

【0033】

次に図10のステップ10cAにおいて、二量体Aが安定状態にあるときこの二量体Aの第1Aエネルギーをシミュレーションにより算出して第1A値を求める。

【0034】

次に図10のステップ10dAにおいて、二量体Aが還元されたとき、及び酸化されたときの、第2A、第3Aエネルギーを算出して第2A値、第3A値を求める。この二量体Aが還元されたときとは、図6に示した集電体金属5の内側に設けられた活性炭7Aの表面近くに存在する二量体Aに、前記活性炭7Aから電子を移動した状態を意味し、またこの二量体Aが酸化されたときとは、図6に示した集電体金属6の内側に設けられた活性炭7Bの表面近くに存在する二量体Aから前記活性炭7Bに電子を移動した状態を意味する。

【0035】

次に図10のステップ10eAにおいて、第1A値から第2A値を減算して第4A値を求めると共に、第3A値から第1A値を減算して第5A値を求める。第4Aは集電体金属5側で二量体Aが還元される際のエネルギーの利得を意味し、第5値は集電体金属6側で二量体Aが酸化される際のエネルギーの損失を意味する。

【0036】

次に図10のステップ10cBにおいて、三量体Bが安定状態にあるときのこの三量体Bの第1Bエネルギーをシミュレーションにより算出して第1B値を求める。

【0037】

次に図10のステップ10dBにおいて、前記三量体Bが還元されたとき、及び酸化されたときの、第2B、第3Bエネルギーを算出して第2B値、第3B値を求める。この三量体Bが還元されたときとは、図6に示した集電体金属5の内側に設けられた活性炭7Aの表面近くに存在する三量体Bに、前記活性炭7Aから電子を移動した状態を意味し、またこの三量体Bが酸化されたときとは、図6に示した集電体金属6の内側に設けられた活性炭7Bの表面近くに存在する三量体Bから前記活性炭に電子を移動した状態を意味する。

【0038】

次に図10のステップ10eBにおいて、第1B値から第2B値を減算して第4B値を求めると共に、第3B値から第1B値を減算して第5B値を求める。第4B値は集電体金属5側で三量体Bが還元される際のエネルギーの利得を意味し、第5B値は集電体金属6側で三量体Bが酸化される際のエネルギーの損失を意味する。

【0039】

次に図10のステップ10cCにおいて、三量体Bが安定状態にあるときのこの三量体Cの第1Cエネルギーをシミュレーションにより算出して第1C値を求める。

【0040】

次に図10のステップ10dCにおいて、前記三量体Cが還元されたとき、及び酸化されたときの、第2C、第3Cエネルギーを算出して第2C値、第3C値を求める。この三量体Cが還元されたときとは、図6に示した集電体金属5の内側に設けられた活性炭7Aの表面近くに存在する三量体Cに、前記活性炭7Aから電子を移動した状態を意味し、またこの三量体Cが酸化されたときとは、図6に示した集電体金属6の内側に設けられた活性炭7Bの表面近くに存在する三量体Cから前記活性炭7Bに電子が移動した状態を意味する。

【0041】

次に図10のステップ10eCにおいて、第1C値から第2C値を減算して第4C値を求めると共に、第3C値から第1C値を減算して第5C値を求める。第4C値は集電体金属側で三量体Cが還元される際のエネルギーの利得を意味し、第5C値は集電体金属6側で三量体Cが酸化される際のエネルギーの損失を意味する。

【0042】

次に図10のステップ10cDにおいて、カチオンDが安定状態にあるときのこのカチオンDの第1Dエネルギーをシミュレーションにより算出して第1D値を求める。

【0043】

次に図10のステップ10dDにおいて、前記カチオンDが還元されたとき、及び酸化されたときの、第2D、第3Dエネルギーを算出して第2D値、第3D値を求める。このカチオンDが還元されたときとは、図6に示した集電体金属5の内側に設けられた活性炭7Aの表面近くに存在するカチオンDに、前記活性炭7Aから電子を移動した状態を意味し、またこのカチオンDが酸化されたときとは、図6に示した集電体金属6の内側に設けられた活性炭7Bの表面近くに存在するカチオンDから前記活性炭7Bに電子が移動した状態を意味する。

【0044】

次に図10のステップ10eDにおいて、第1D値から第2D値を減算して第4D値を求めると共に、第3D値から第1D値を減算して第5D値を求める。第4D値は集電体金属5側でカチオンDが還元される際のエネルギーの利得を意味し、第5D値は集電体金属6側でカチオンDが酸化される際のエネルギーの損失を意味する。

【0045】

次に図10のステップ10cEにおいて、アニオンEが安定状態にあるときのこのアニオンEの第1Eエネルギーをシミュレーションにより算出して第1E値を求める。

【0046】

次に図10のステップ10dEにおいて、前記アニオンEが還元されたとき、及び酸化されたときの、第2E、第3Eエネルギーを算出して第2E値、第3E値を求める。このアニオンEが還元されたときとは、図6に示した集電体金属5の内側に設けられた活性炭7Aの表面近くに存在するアニオンEに、前記活性炭7Aから電子を移動した状態を意味し、またこのアニオンEが酸化されたときとは、図6に示した集電体金属6の内側に設けられた活性炭7Bの表面近くに存在するアニオンEから前記活性炭7Bに電子が移動した状態を意味する。

【0047】

次に図10のステップ10eEにおいて、第1E値から第2E値を減算して第4E値を

求めると共に、第3 E 値から第1 E 値を減算して第5 E 値を求める。第4 E 値は集電体金属5側でアニオンEが還元される際のエネルギーの利得を意味し、第5 E 値は集電体金属6側でアニオンEが酸化される際のエネルギーの損失を意味する。

【0048】

次に図10のステップ10fにおいて、第4 A 値、第4 B 値、第4 C 値、第4 D 値、第4 E 値から最大の値を選択して第4 値とし、第5 A 値、第5 B 値、第5 C 値、第5 D 値、第5 E 値から最小の値を選択して第5 値とすると共に、前記第5 値から前記第4 値を減算して第6 値を求める。この第6 値が予測される電位窓の大きさ V_w すなわち電気二重層コンデンサの耐電圧である。つまり、電解液の中に存在すると想定される会合体と単独のカチオンと単独のカチオンの中の、最も還元または酸化されやすい、会合体または単独のカチオンまたは単独のアニオンによって電解液の耐電圧が決定されることになる。

【0049】

以上の手続きにおいて、プラス電荷をもつ三量体CやカチオンDなどが、還元される際のエネルギーの利得が十分大きく、第4 C 値や第4 D 値などが十分小さくなると考えられる場合には、これら第4 C 値や第4 D 値などを求める必要はなく、ステップ10fにおいて第4 値を決定する際にも考慮しなくても良い。また、マイナス電荷をもつ三量体BやアニオンEなどが、酸化される際のエネルギーの損失が十分大きく、第5 B 値や第5 E 値などが十分大きくなると考えられる場合には、これら第5 B 値や第5 E 値などを求める必要はなく、ステップ10fにおいて第5 値を決定する際にも考慮しなくても良い。

【0050】

次に図10のステップ10gにおいて、第6 値を目標値と比較して、目標値よりも高い値である場合には、選択したカチオン9とアニオン10と溶媒12からなる電解液が、耐電圧の高い電気二重層コンデンサを製造する場合に適切なものであると判定する。

【0051】

次に図10のステップ10hにおいて、ステップ10aからステップ10gによって特定された化学種を用いて、カチオン9とアニオン10を溶媒12中に溶解させて実際に電解液を合成する。

【0052】

次に図10のステップ10iにおいて、合成された電解液の耐電圧を測定し、シミュレーションで予測された耐電圧が、実用上問題の無い誤差範囲で得られていることが確認できた場合、この電解液を電気二重層コンデンサの電解液として活用する。

【0053】

以上の方法で作製した電解液に、例えば活性炭で作製した正極と負極を漬し、電気二重層コンデンサを作製する。この電気二重層コンデンサの電極間に電圧を印加する場合には、正極側と負極側にかかる電圧がそれぞれ酸化電位 V_0 と還元電位 V_R を上回らないようにすることによって、電解液の酸化還元を防ぎ、電気二重層コンデンサの特性劣化を抑制しなければならない。この条件の下で、電極間に印加できる電圧を最大化するために、正極電圧が V_0 のとき負極電圧が V_R となり、電極間電圧が $V_0 + V_R$ になるように、正極と負極の表面積を調整する。以下、その方法の一例を示す。

【0054】

電極に活性炭を用いる場合を考える。負極と正極の表面積はそれぞれの活性炭量に比例する。ここで、図11に示すように、負極の活性炭量を S_1 、正極の活性炭量を S_2 とし、図12に示すように、負極の静電容量を C_1 、正極の静電容量を C_2 と表す。これら静電容量は活性炭量に比例するだけでなく、電荷蓄積を担う電解液イオンの種類に依存する。いま、カチオン固有の変数 α_1 とアニオンの固有の変数 α_2 を導入し、 $C_1 = \alpha_1 S_1$ 、 $C_2 = \alpha_2 S_2$ と表すものとする。電極間に電圧を印加したとき、負極に V_1 、正極に V_2 の電圧がかかり、負極と正極に蓄積される電荷を共に Q であるとする、 $Q = C_1 V_1$ 、 $Q = C_2 V_2$ であるから、 $V_2 / V_1 = C_1 / C_2 = (\alpha_1 S_1) / (\alpha_2 S_2)$ となる。一般に、 $V_1 + V_2 \leq V_0 + V_R$ であり、この不等式の等号成立時に、電気二重層コンデンサの特性劣化を抑制できる最大電圧を印加したことになる。この時、 $V_1 = V_0$ 、 $V_2 = V_R$ であることから $r \equiv V_R$

$\gamma V_0 = (\alpha_1 S_1) / (\alpha_2 S_2)$ となる。正極と負極の活性炭の総量を一定とし $S_0 = S_1 + S_2$ とすれば、 $S_1 = r / (A + r) S_0$ 、 $S_2 = A / (A + r) S_0$ となる。但し、 $A = \alpha_1 / \alpha_2$ とした。

【0055】

Aは、予め負極と正極の電極量が分かっている電気二重層コンデンサの電極間に電圧を印加したとき、負極と正極にかかる電圧を測定することによって特定することができる。以上の方法で、ある電解液と活性炭電極を組み合わせた電気二重層コンデンサに対し、この電気二重層コンデンサの耐電圧を最大化するように、電極量すなわち電極表面積の調整を行うことができる。電極量すなわち電極表面積は、活性炭、導電補助剤、バインダからなる電極体の、密度、厚み、縦横の長さの何れかを変化させることによって調整することができる。また、活性炭の種類の違い、すなわち活性炭を作る炭素材料の種類や賦活方法の違いによって、活性炭の単位重量辺りの利用可能な表面積が異なるため、これら種類の異なる活性炭を負極と正極に用いることによって、電極表面積を調整することができる。また、1種類以上の異なる活性炭を混合し、正極と負極でその種類と量を変えることによって電極表面積を調整することができる。さらに、活性炭以外のあらゆる多孔質材料を用いて電極を形成し、電極表面積を調整することも可能である。

【0056】

以上のように、本実施形態において最も特徴的なのは、電解液8の開発に従来のように無数の試行錯誤を繰り返すことなく、耐電圧の高いものとして予測されるものを前もってシミュレーションで選択し、そしてその選択された数少ない電解液を実際に合成するという手続きをとることによって、電解液8の開発時間を大幅に短縮できることである。また、前述のようにカチオン9とアニオン10を溶媒12中に溶解させたモデルを想定することによって、電解液の耐電圧を良い精度で予測できることである。さらに、これらの電解液の耐電圧を最大限引き出すための、電極表面積の調整を行うことによって、高耐電圧の電気二重層コンデンサの製造を効率的に行うことが可能となることである。

【産業上の利用可能性】

【0057】

本発明にかかる電気二重層コンデンサは、電解液の開発時間を短縮するとともに、できるだけその耐電圧特性を有効にするという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図1】 本発明の一実施形態に係る電気二重層コンデンサの断面図

【図2】 本発明の一実施形態に係る電気二重層コンデンサの斜視図

【図3】 本発明の一実施形態に係る電気二重層コンデンサ要部の斜視図

【図4】 本発明の一実施形態に係る電気二重層コンデンサ要部の拡大断面図

【図5】 本発明の一実施形態に係る電気二重層コンデンサ要部のモデル化した図

【図6】 本発明の一実施形態に係る電気二重層コンデンサ要部のモデル化した図

【図7】 本発明の一実施形態に係る電気二重層コンデンサの製造方法のフローチャート

【図8】 本発明の一実施形態に係る電気二重層コンデンサの電解液の模式図

【図9】 本発明の他の実施形態に係る電気二重層コンデンサの電解液の模式図

【図10】 本発明の他の実施形態に係る電気二重層コンデンサの製造方法のフローチャート

【図11】 電気二重層コンデンサの正極と負極の電極体の模式図

【図12】 電気二重層コンデンサの正極と負極の静電容量の模式図

【符号の説明】

【0059】

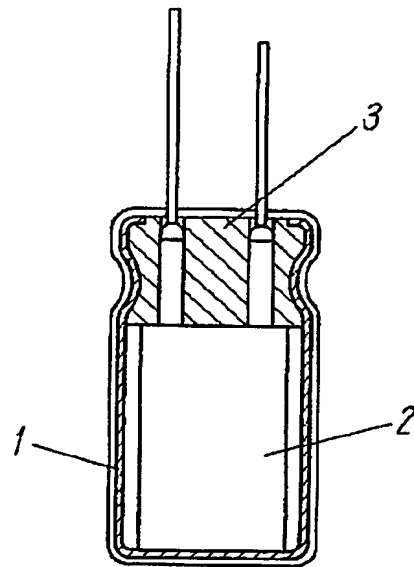
5, 6 集電体金属

7 A, 7 B 活性炭

8 電解液

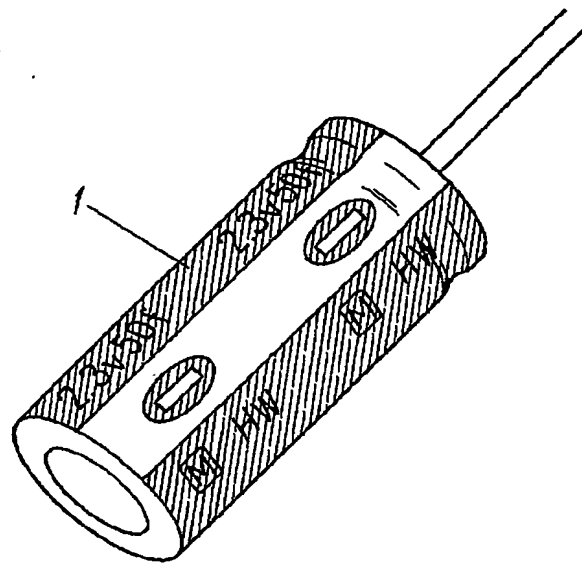
- 9 カチオン
- 1 0 アニオン
- 1 1 電源

【書類名】 図面
【図 1】



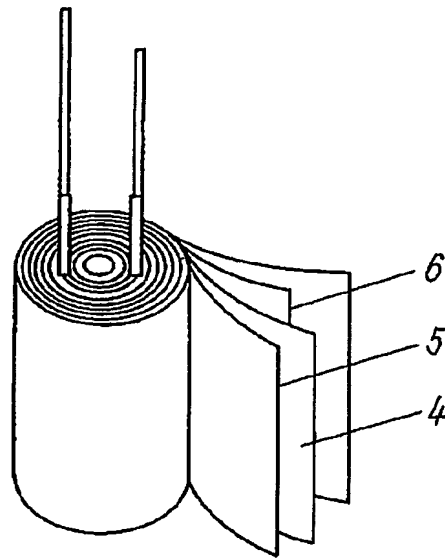
2 素子
3 封止ゴム

【図 2】



1 外装ケース

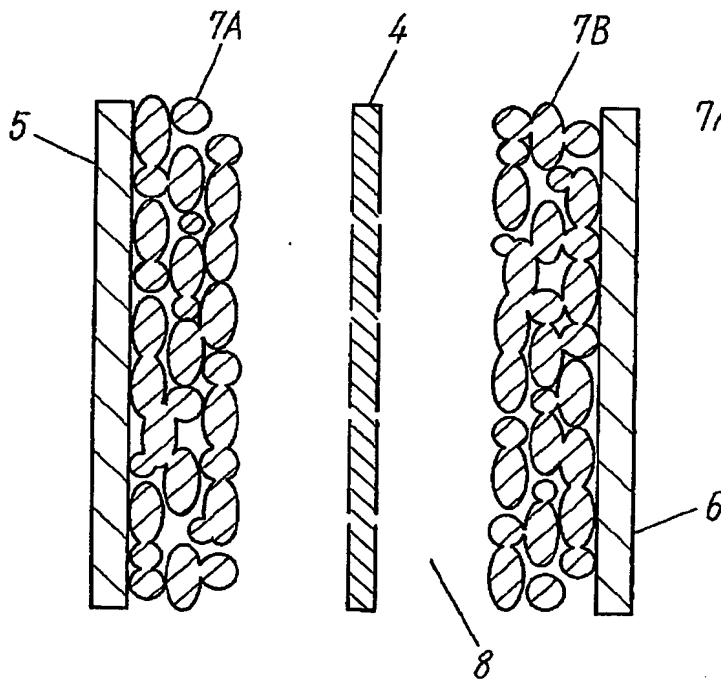
【図 3】



4 電解紙

5,6 集電体金属

【図 4】



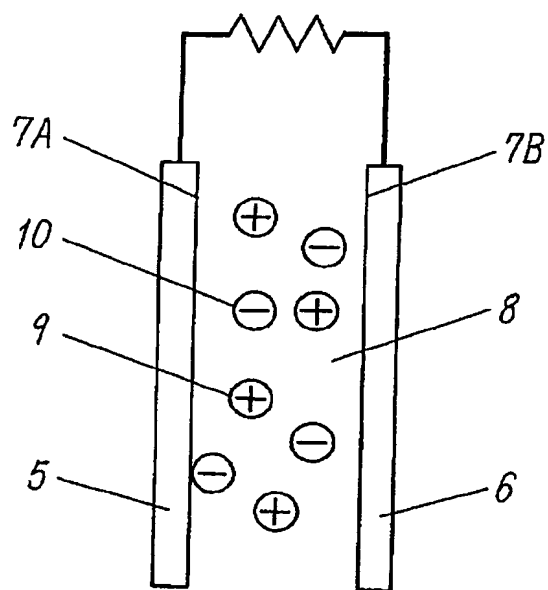
4 電解紙

5,6 集電体金属

7A,7B 活性炭

8 電解液

【図 5】



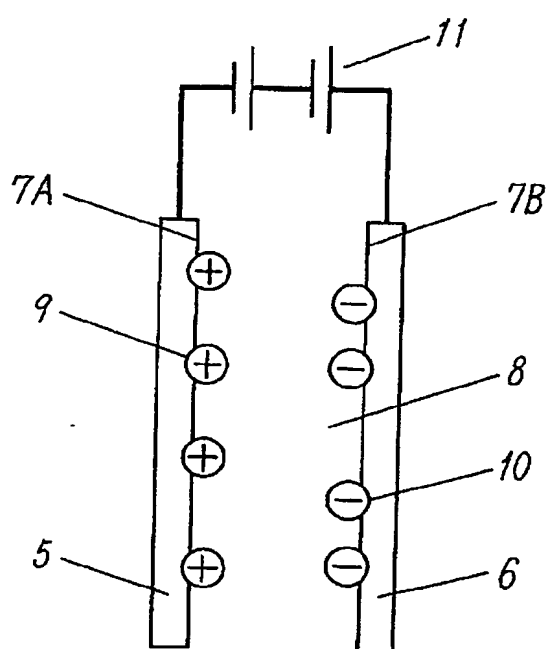
5, 6 集電体金属

8 電解液

9 カチオン

10 アニオン

【図 6】



5, 6 集電体金属

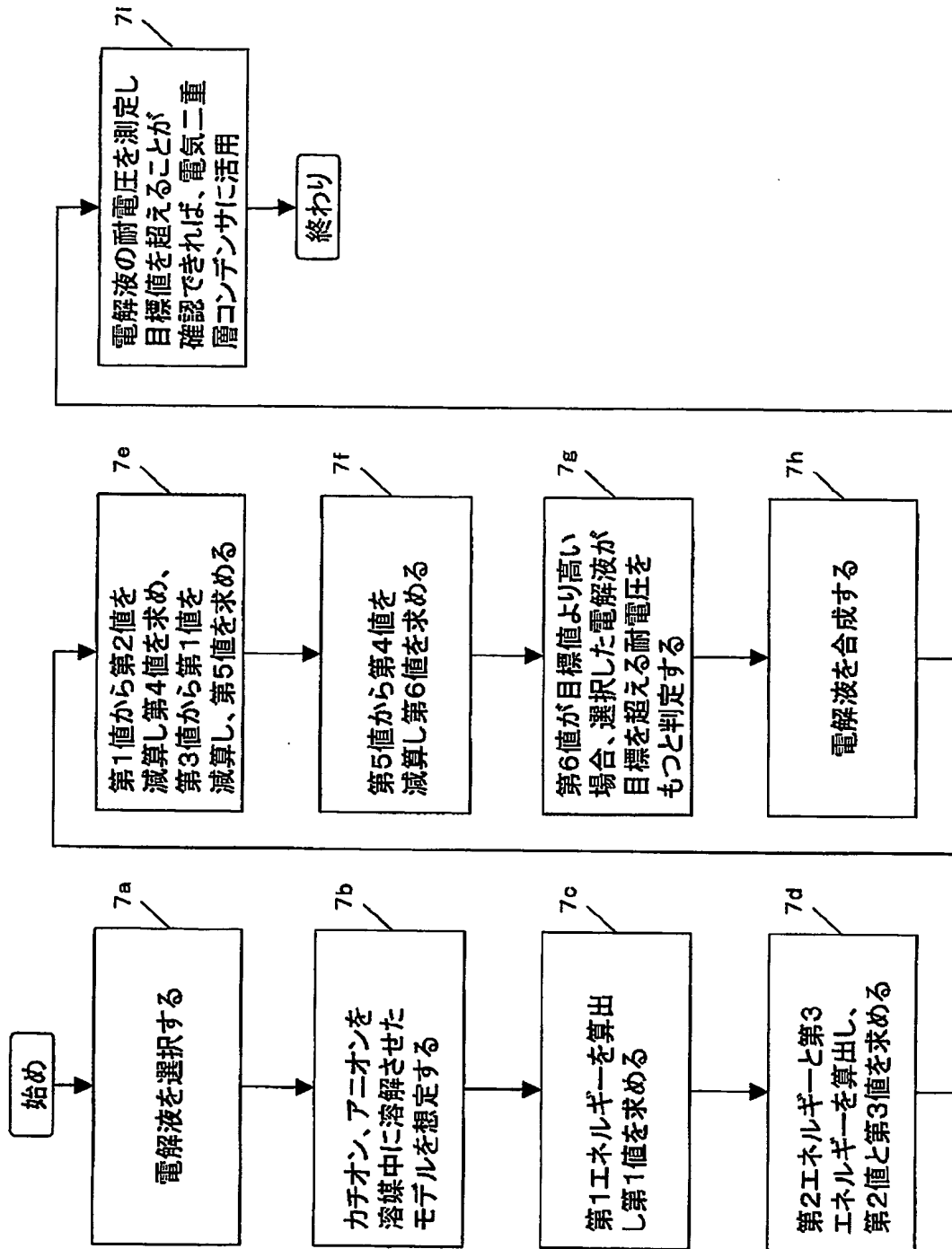
8 電解液

9 カチオン

10 アニオン

11 電 源

【図 7】

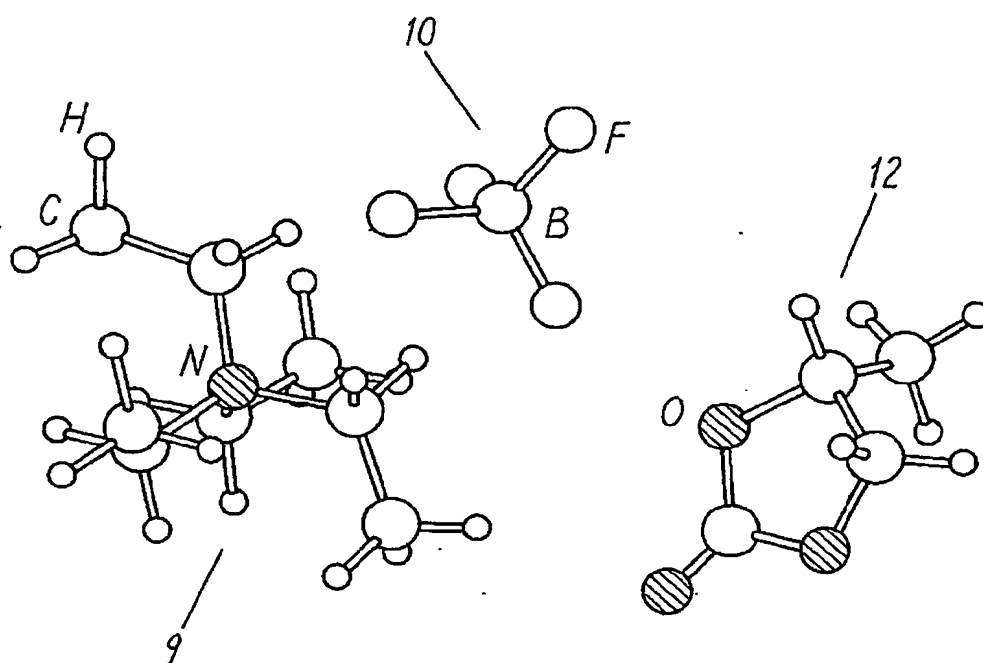


【図 8】

9 カチオン

10 アニオン

12 溶媒



【図 9】

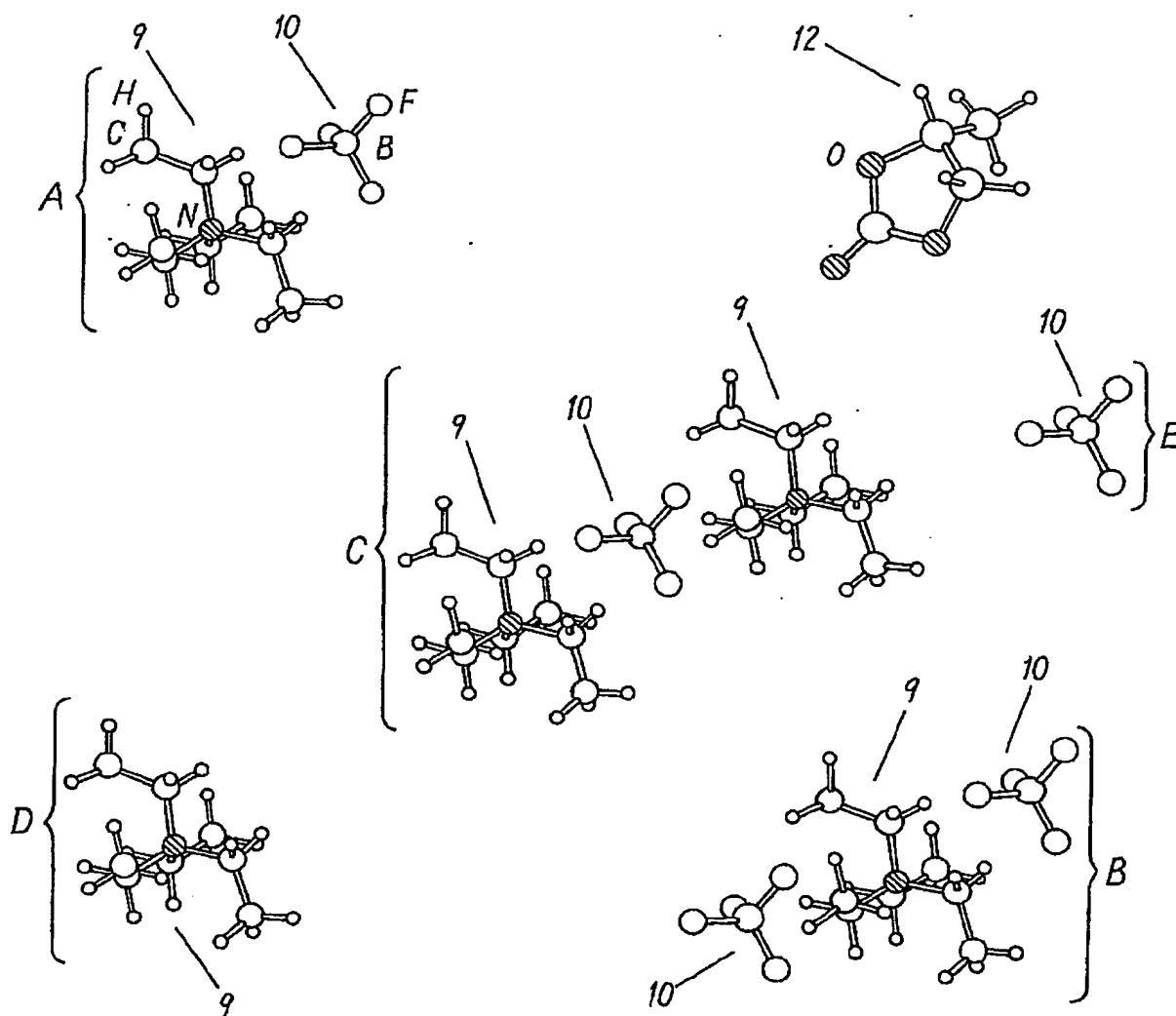
9, D カチオン

10, E アニオン

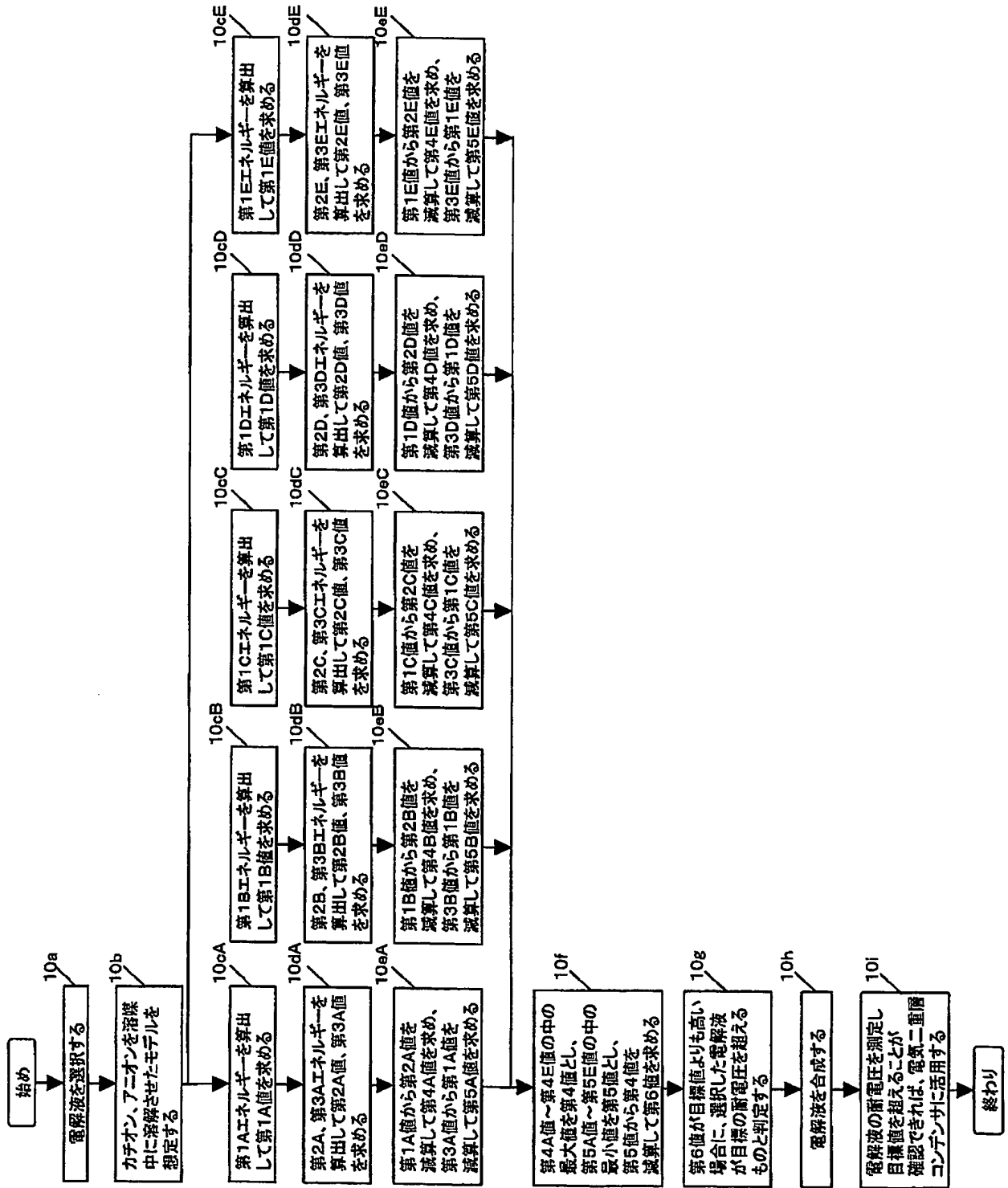
12 溶 媒

A 二量体

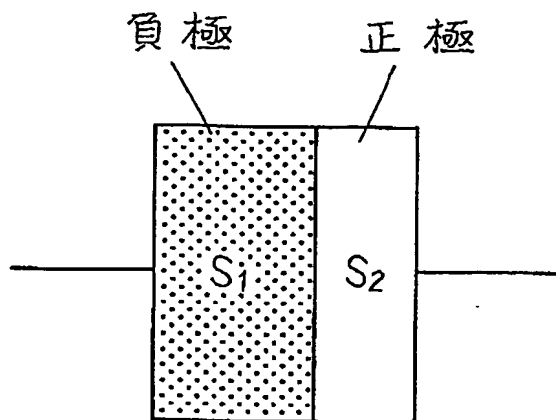
B, C 三量体



【図 10】

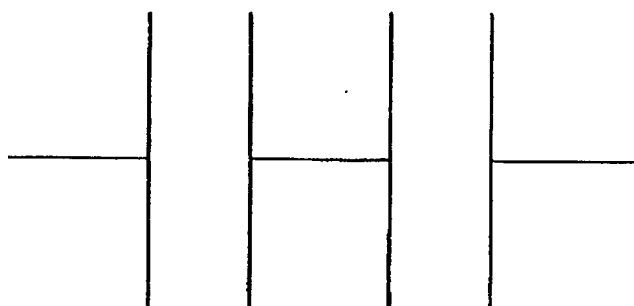


【図 11】



【図 12】

負極: C_1 正極: C_2



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は高耐電圧な電気二重層コンデンサを効率的に開発することを目的とする。

【解決手段】 電気二重層コンデンサの電解液を合成する場合に、溶質を溶媒に溶解したモデルを想定し、シミュレーションによって耐電圧を予測し、耐電圧が目標値を超えると予測された電解液のみを実際に合成し、この電解液の耐電圧を有効に活用するために正極と負極の表面積を調整することにより、電解液開発における開発時間を大幅に短縮して、高耐電圧な電気二重層コンデンサを効率よく開発することができる。

【選択図】 図 6

特願 2 0 0 3 - 3 1 9 3 8 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名 松下電器産業株式会社